



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 42 332 A 1**

⑤⑦ Int. Cl. 7:
C 02 F 3/30

②① Aktenzeichen: 198 42 332.2
②② Anmeldetag: 16. 9. 1998
④③ Offenlegungstag: 23. 3. 2000

DE 198 42 332 A 1

⑦① Anmelder:
A.S.T. Abwassersysteme Systemtechnologie
GmbH, 28359 Bremen, DE

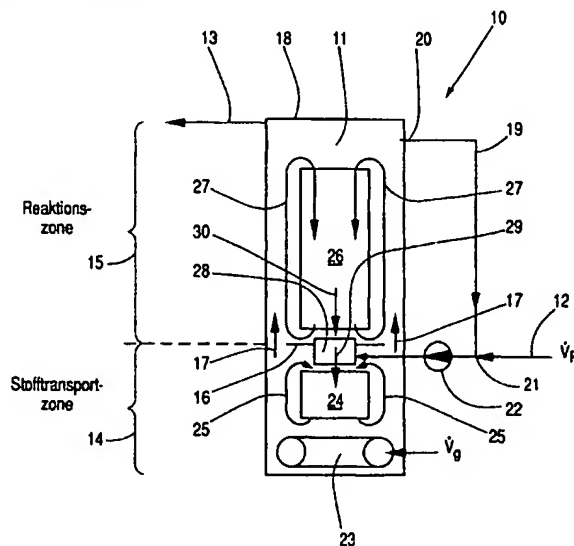
⑦④ Vertreter:
Meissner, Bolte & Partner Anwaltssozietät GbR,
28209 Bremen

⑦② Erfinder:
Räbiger, Norbert, 27729 Hambergen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur biologischen Reinigung von Abwasser

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur biologischen Reinigung von Abwasser in einem Reaktor mit einem oder mehreren Behältern, wobei das Abwasser inklusive der Biomasse mit Gas vermischt und angereichert wird und anschließend ein biologischer Abbau der Verunreinigungen erfolgt.
Vorgesehen ist, daß der Reaktor (10) unterteilt ist in eine Transportzone (14) zum Einbringen des Gases in die Flüssigkeit bzw. optimalen Substratversorgung der Biomasse und eine Reaktionszone (15) für den Abbau der Verunreinigungen, und daß Flüssigkeit aus der Reaktionszone (15) in die Transportzone (14) zurückgeführt und dort wiederum mit Gas angereichert wird.



DE 198 42 332 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur biologischen Reinigung von Abwasser in einem Reaktor mit einem oder mehreren Behältern, wobei ein Abwassergemisch (Substrat für eine Biomasse) inklusive der Biomasse mit Gas vermischt und angereichert wird und anschließend ein biologischer Abbau der Verunreinigungen erfolgt.

Die biologische Reinigung von Abwasser erfolgt in einem Reaktor durch Vermischen des Abwassers mit Luft oder Sauerstoff und anschließendem Abbau der Verunreinigungen. Das Verfahren läuft kontinuierlich ab.

Von Bedeutung für den Wirkungsgrad des Verfahrens bzw. der verwendeten Anlage ist der Energieaufwand beim Einbringen der Gasphase zur Sauerstoffversorgung, die innige Vermischung der Gasphase mit der Flüssigkeit (das In-Lösung-Gehen) und Biomasse und die Abbaugeschwindigkeit.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur biologischen Reinigung von Abwasser mit verbessertem Wirkungsgrad zu schaffen.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktor unterteilt ist in eine Transportzone zum Einbringen des Gases in die Flüssigkeit bzw. optimalen Versorgung der Biomasse mit Substrat und eine Reaktionszone für den Abbau der Verunreinigungen, und daß Flüssigkeitsgemisch aus der Reaktionszone in die Transportzone zurückgeführt und dort wiederum mit Gas und Substrat angereichert wird. Es erfolgt somit eine strikte Trennung zwischen der Transportzone, in der das Gas in die Flüssigkeit eingebracht und mit dieser vermischt wird, und der Reaktionszone, in der die Verunreinigungen biologisch abgebaut werden. Dabei sind Transportzone und Reaktionszone nicht nur zur Überführung der Flüssigkeit von der Transportzone zur Reaktionszone, sondern darüber hinaus über eine Rückkopplung miteinander verbunden. Ein Teil der Flüssigkeit kreist ständig zwischen Transportzone und Reaktionszone, während zugleich Abwasser und Biomasse zugeführt und gereinigtes Wasser über einen Ablauf abgeführt wird.

Vorteilhafterweise wird das Abwasser vor der Zufuhr (Zulauf) in den Reaktor mit der rückgeführten Flüssigkeit (Rücklauf) und Biomasse zusammengeführt. Zulauf, Rücklauf und Biomasse können sich dadurch vor Eintritt in den Reaktor vermischen.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird die gereinigte Flüssigkeit (Ablauf) dem Reaktor auf einem höheren Niveau entnommen als die rückzuführende Flüssigkeit (Rücklauf). So ist gewährleistet, daß am Ablauf Flüssigkeit mit den wenigsten Schwebstoffen oder Schadstoffen entnommen wird.

Weitere Merkmale der Erfindung sind der Beschreibung im übrigen und den Ansprüchen entnehmbar. Insbesondere betrifft dies die erfindungsgemäße Vorrichtung. Vorteilhafterweise ist ein Reaktor mit einem oberen Schlaufenrohr in einer oberen Reaktionszone und einem unteren Schlaufenrohr in einer unteren Transportzone ausgebildet, wobei zwischen den beiden Zonen eine Düse angeordnet ist, in der Flüssigkeit aus dem Rücklauf und/oder Abwasser aus dem Zulauf Flüssigkeit aus dem oberen Schlaufenrohr mitreißt und in die Transportzone fördert. Die Düse ermöglicht auf einfache Weise eine Überführung zusätzlicher Flüssigkeit aus der Reaktionszone in die Transportzone.

Mit der Erfindung ist es erstmals möglich, diskontinuierliche, dynamische Anlaufprozesse in voneinander getrennten Zonen einzustellen. So können in einer Zone aerobe und in der anderen Zone anaerobe Prozesse ablaufen. Dies ist besonders günstig für den biologischen Abbau von stark oxydierten Substanzen im Zusammenhang mit der Abwas-

serreinigung.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Schaubild eines Schlaufenreaktors mit zwei Zonen,

Fig. 2 einen Querschnitt einer in dem Schlaufenreaktor verwendeten Düse,

Fig. 3 eine Unteransicht der Düse gemäß Fig. 2,

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Reaktors mit zwei getrennten Behältern,

Fig. 5 ein Schaubild einer anderen Ausführungsform eines Schlaufenreaktors,

Fig. 6 ein Schaubild einer nochmals anderen Ausführungsform eines Schlaufenreaktors.

Es wird zunächst Bezug genommen auf die Fig. 1 bis 3. Ein Reaktor 10, bestehend aus einem aufrechten zylindrischen Behälter 11 wird über einen Zulauf 12 mit Abwasser und Biomasse versorgt. Das weitgehend gereinigte Wasser tritt über einen Ablauf 13 aus dem Behälter 11 aus.

Der Reaktor 10 ist unterteilt in eine untere Transportzone 14 (kurze Verweilzeit) und eine obere Reaktionszone 15 (längere Verweilzeit). Die genannten Zonen sind getrennt durch eine Schleuse oder Querschnittsverengung, im vorliegenden Fall ein quer zur Hochlängsachse des Reaktors angeordnetes Trennblech 16. Dieses ist etwa zentral im Behälter 11 angeordnet und erstreckt sich nicht vollständig über den Querschnitt des Behälters, so daß eine Flüssigkeitsströmung von der Transportzone 14 in die Reaktionszone 15 stattfinden kann. Die Strömung ist durch die Pfeile 17 gekennzeichnet. Der Zulauf 12 ist an die Transportzone 14 angeschlossen, während der Ablauf 13 nahe einer Behälteroberwand 18 (auf möglichst hohem Niveau) aus dem Behälter 11 herausführt.

Reaktionszone 15 und Transportzone 14 sind weiterhin über einen Rücklauf 19 miteinander verbunden. Dieser entnimmt dem Behälter 11 teilweise gereinigtes Wasser über einen Strahlüberlauf 20 nahe der Oberwand 18 und auf einem Niveau unterhalb des Ablaufs 13. Der Rücklauf 19 wird mit dem Zulauf 12 vor Eintritt desselben in den Reaktor 10 vermischt. Der Mischpunkt ist mit der Ziffer 21 bezeichnet. Stromabwärts des Mischpunkts 21 ist eine Zulaufpumpe 22 vorgesehen.

Entsprechend der über den Zulauf 12 zugeführten Flüssigkeitsmenge tritt gereinigtes Wasser über den Ablauf 13 aus dem Reaktor 10 aus. Daneben findet eine Kreisströmung statt, nämlich über die Pumpe 22, die Transportzone 14, die Strömung 17, die Reaktionszone 15 und den Rücklauf 19.

In der Transportzone ist eine Begasungseinheit 23 angeordnet. Über diese wird Gas, etwa Luft oder Sauerstoff, in die Flüssigkeit eingebracht. Die Gaszufuhr kann über einen nicht gezeigten Düsenstrahl erfolgen.

Innerhalb der Transportzone 14 wird die Flüssigkeit in einer umlaufenden Strömung zur innigen Vermischung mit dem Gas und zum Lösen desselben bewegt. Hierzu ist im unteren Teil des Behälters 11 ein unteres Einsteckrohr 24 bzw. Schlaufenrohr vorgesehen. Die Flüssigkeit strömt im Inneren des Einsteckrohrs 24 abwärts und außerhalb desselben wieder nach oben, siehe Pfeile 25. Die Begasungseinheit 23 ist unterhalb des Einsteckrohrs 24 angeordnet.

In der Reaktionszone 15 findet ebenfalls eine Kreisströmung der Flüssigkeit statt. Hierzu ist im oberen Teil des Behälters 11 ein oberes Einsteckrohr 26 bzw. Schlaufenrohr aufrecht eingesetzt. Die Flüssigkeit strömt wiederum im Einsteckrohr 26 abwärts und außerhalb des Rohres aufwärts, siehe Pfeile 27.

Die beschriebenen Aufwärtsströmungen (Pfeile 25 und 27) werden gefördert durch die aus der Begasungseinheit 23 austretenden Gasblasen und die sich zwischen den Zonen

14, 15 einstellende Aufwärtsströmung, siehe Pfeile 17. Darüber hinaus ist im Bereich des Trennblechs 16 eine Besonderheit vorgesehen, nämlich eine Düse 28. In dieser wird die von der Pumpe 22 geförderte Flüssigkeit abwärts in das untere Einsteckrohr 24 verströmt, siehe Pfeil 29. Dabei wird Flüssigkeit aus dem oberen Einsteckrohr 26 mitgerissen, siehe Pfeil 30. Die entlang des Pfeils 30 strömende Flüssigkeit wird auch als Verbindungsstrom 31 bezeichnet.

Der genauere Aufbau der Düse 28 ist in den Fig. 2 und 3 dargestellt. Der Verbindungsstrom 31 kann über einen offenen Eintritt 32 in die Düse 28 gelangen. Zulauf 12 bzw. Rücklauf 19 sind an einen Düseneinlauf 33 angeschlossen. Ein Düsenauslaß ist mit der Ziffer 34 bezeichnet. Die über den Düseneinlauf 33 eintretende Flüssigkeit gelangt über weiter unten beschriebene Mittel in Richtung auf den Düsenauslaß 34 und reißt dabei die Flüssigkeit des Verbindungsstroms 31 mit und in die Transportzone hinein.

Der Düsenauslaß 34 weist zwei ineinander angeordnete, konzentrische Rohre auf, nämlich ein inneres kurzes Rohr 35 für den offenen Eintritt 32 und ein äußeres längeres Rohr 36 als Begrenzung für den Düsenauslaß 34. Zwischen den beiden Rohren 35, 36 ist ein Ringspalt 37 gebildet, aus dem die über den Düseneinlauf 33 zugeführte Flüssigkeit austritt und die die Flüssigkeit aus dem inneren Rohr 35 bzw. dem Verbindungsstrom 31 mitreißt.

Um das äußere Rohr 36 ist eine Hülse 38 gesetzt, die mit dem äußeren Rohr 36 einen äußeren Ringspalt 39 bildet. Dieser ist mit einem unteren umlaufenden Boden 40 verschlossen. Außerdem ist die Hülse 38 an ihrem dem Boden 40 entgegengesetzten Ende im Bereich einer Umlenkung 41 um das äußere Rohr 36 herumgeführt und geht in das innere Rohr 35 über. Entsprechend geht der äußere Ringspalt 39 im Bereich der Umlenkung 41 in den inneren Ringspalt 37 über.

Die geometrischen Verhältnisse der Düse sind so bemessen, daß ein aus dem inneren Rohr 35 austretender Strahlkegel 42 vor Erreichen einer Düsenaustrittsebene 43 endet. Die Düse 28 ist in das Trennblech 16 integriert, derart, daß der Düseneinlauf 33 unterhalb des Trennblechs 16 und damit innerhalb der Transportzone 14 liegt. Ein den Düseneinlauf 33 bildendes Rohr ist an den äußeren Ringspalt 39 gemäß Fig. 3 in radialer Richtung angeschlossen. Möglich ist auch eine tangentielle Heranführung, um so einen Drall oder eine Rotation der Flüssigkeit innerhalb der Düse zu erreichen. Die über die Düse 28 geführten und über den Zulauf einströmenden Volumina stehen in einem Verhältnis von etwa 50/1 bis 5/1. Der Düseneinlauf 33 weist einen Durchmesser von mehr als 3 bezogen auf den vergleichbaren Durchmesser des inneren Ringspalt 37 auf.

In einer ebenfalls nicht gezeigten Ausführungsform ist der Strahlüberlauf 20 in einem unteren Bereich, innerhalb des oberen Einsteckrohrs angeordnet. Gerade hier kann teilgereinigte und weitgehend nicht mehr reaktionsfähige Flüssigkeit entnommen werden.

Der Reaktor 10 enthält in der üblichen Weise Biomasse, die mit dem Abbau der Verunreinigungen wächst und in bekannter Weise nach und nach entnommen wird. Auch wird ein Teil der Biomasse über den Ablauf 13 abgeführt und in bekannter Weise z. B. über ein Absetzbecken von der Flüssigkeit getrennt.

Fig. 4 zeigt eine Variation des erfindungsgemäßen Reaktors 10. Hier sind zwei Behälter vorgesehen. Die Transportzone 14 ist einem ersten Behälter 44 zugeordnet, die Reaktionszone 15 einem zweiten Behälter 45. Der Zulauf 12 ist an den Behälter 44 angeschlossen, der Ablauf 13 an den Behälter 45. Zwischen beiden Behältern 44, 45 sind ein Überlauf 46 und der Rücklauf 19 vorgesehen. Im Rücklauf 19 ist eine Pumpe 47 angeordnet.

Der Behälter 44 dient der Begasung der Flüssigkeit. Im unteren Bereich erfolgt die Gaszufuhr, Pfeil 48. Im Behälter 44 ist ein Rühraggregat 49 zur innigen Vermischung bzw. Lösung des Gases in der Flüssigkeit angeordnet. Die mit Gas angereicherte Flüssigkeit strömt durch den Überlauf 46 in den Behälter 45 und reagiert dort ab. Hierzu ist der Behälter 45 möglichst langgestreckt ausgebildet. Zur Entnahme des gereinigten Wassers ist der Ablauf 13 auf möglichst hohem Niveau angeordnet, während der Rücklauf 19 die zumindest teilweise nicht mehr reaktionsfähige Flüssigkeit auf niedrigem Niveau entnehmen kann. Im Ergebnis erfolgt auch hier eine Rückführung der Flüssigkeit aus der Reaktionszone in die Transportzone mit nachfolgender Neuangereichung mit Gas.

Alternative Leitungsführungen sind in Fig. 4 gestrichelt dargestellt. So kann der Rücklauf 19 auch an den Ablauf 13 anschließen, siehe gestrichelte Leitung 50. Außerdem kann der Rücklauf 19 vor dem Eintritt in den Behälter 44 dem Zulauf 12 zugeführt werden, siehe gestrichelte Leitung 51.

Fig. 5 zeigt eine Abwandlung des Reaktors gemäß Fig. 1. Im Unterschied zur Fig. 1 ist kein Rücklauf 19 vorgesehen. Die Rückführung der Flüssigkeit aus der Reaktionszone 15 in die Transportzone 14 erfolgt allein über die Düse 28 und den in die Düse 28 eintretenden Verbindungsstrom, siehe Pfeil 30. Es wird somit nur die in dem oberen Einsteckrohr 26 absinkende Flüssigkeit in das untere Einsteckrohr 24 bzw. in die Transportzone 14 rückgeführt.

Fig. 6 zeigt eine weitere Abwandlung. Hier besteht keine rückführende Verbindung zwischen Reaktionszone 15 und Transportzone 14. Statt dessen erfolgt ein Rücktransport aus der Reaktionszone 15 ausschließlich über den Rücklauf 19 außerhalb des Behälters 11. Die rückgeführte Flüssigkeit wird – wie in Fig. 1 – mit der Flüssigkeit aus dem Zulauf 12 vermischt und dann wieder in den Behälter 11 eingegeben und zwar hier von oben in das untere Einsteckrohr 24. Dies kann durch eine einfache Rohröffnung erfolgen, aus der beispielsweise die Flüssigkeit nach unten in das untere Einsteckrohr 24 bzw. die Transportzone 14 eintritt (in Richtung auf die Begasungseinheit 23). In Fig. 6 ist mit dem Pfeil 52 eine derart einfache Rohröffnung angedeutet. Statt dessen kann auch eine Düse analog der Darstellung in Fig. 2 vorgesehen sein. Diese bezieht ihren "Verbindungsstrom 31" dann aus der seitlich in der Transportzone 14 aufsteigenden Flüssigkeitsmenge (Pfeile 25). Entsprechend ist der in Fig. 6 gezeigten Ausführungsform das Trennblech 16 durchgehend gezeichnet. Bei Verwendung der Düse 28, kann diese – wie in Fig. 1 – in das Trennblech 16 eingesetzt sein.

Bezugszeichenliste

- 10 Reaktor
- 11 Behälter
- 12 Zulauf
- 13 Ablauf
- 14 Transportzone
- 15 Reaktionszone
- 16 Trennblech
- 17 Pfeil
- 18 Oberwand
- 19 Rücklauf
- 20 Strahlüberlauf
- 21 Mischpunkt
- 22 Zulaufpumpe
- 23 Begasungseinheit
- 24 unteres Einsteckrohr
- 25 Pfeil
- 26 oberes Einsteckrohr
- 27 Pfeil

28 Düse	
29 Pfeil	
30 Pfeil	
31 Verbindungsstrom	
32 offener Eintritt	5
33 Düseneinlauf	
34 Düsenauslaß	
35 inneres Rohr	
36 äußeres Rohr	
37 innerer Ringspalt	10
38 Hülse	
39 äußerer Ringspalt	
40 Boden	
41 Umlenkung	
42 Strahlkegel	15
43 Düsenaustrittsebene	
44 Behälter	
45 Behälter	
46 Überlauf	
47 Pumpe	20
48 Pfeil	
49 Rühraggregat	
50 Leitung	
51 Leitung	
52 Pfeil	25

Patentansprüche

1. Verfahren zur biologischen Reinigung von Abwasser in einem Reaktor (10) mit einem oder mehreren Behältern (11, 44, 45), wobei ein Abwassergemisch (Substrat für eine Biomasse) inklusive der Biomasse mit Gas vermischt und angereichert wird und anschließend ein biologischer Abbau der Verunreinigungen erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Reaktor (10) unterteilt ist in eine Transportzone (14) zum Einbringen des Gases in die Flüssigkeit bzw. optimalen Substratversorgung der Biomasse und eine Reaktionszone (15) für den Abbau der Verunreinigungen, und daß Flüssigkeitsgemisch aus der Reaktionszone (15) in die Transportzone (14) zurückgeführt und dort wiederum mit Gas und Substrat angereichert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Abwasser inklusive der Biomasse vor der Zufuhr (Zulauf 12) in den Reaktor (10) mit der rückgeführten Flüssigkeit (Rücklauf 19) zusammengeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die gereinigte Flüssigkeit (Ablauf 13) dem Reaktor (10) auf einem höheren Niveau entnommen wird als die rückzuführende Flüssigkeit (Strahlüberlauf 20).

4. Verfahren nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Reaktionszone (15) und Transportzone (14) durch eine Düse (28) miteinander verbunden sind, in der zumindest Flüssigkeit aus dem Zulauf (12) in die Transportzone (14) eingebracht wird und dabei unmittelbar Flüssigkeit aus der Reaktionszone (15) mitreißt, wobei Düse und Zulauf Volumenströme insbesondere im Verhältnis von 50/1 bis 5/1 passieren lassen.

5. Vorrichtung zur biologischen Reinigung von Abwasser in einem Reaktor (10) mit einem oder mehreren Behältern (11, 44, 45) wobei ein Abwassergemisch (Substrat für eine Biomasse) mit Gas vermischt und angereichert wird und ein biologischer Abbau der Verunreinigungen erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Abwasser inklusive der Biomasse in einer Transport-

zone (14) mit Gas vermischt wird und der Abbau in einer Reaktionszone (15) erfolgt, und daß Mittel zur Rückführung von Flüssigkeit aus der Reaktionszone (15) in die Transportzone (14) vorgesehen sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktor (10) mit einem oberen Schlaufenrohr (Einsteckrohr 26) in der oberen Reaktionszone (15) und einem unteren Schlaufenrohr (Einsteckrohr 24) in der unteren Transportzone (14) ausgebildet ist, und daß zwischen den beiden Zonen (14, 15) eine Düse (28) angeordnet ist, in der Flüssigkeit aus dem Rücklauf (19) und/oder Abwasser aus einem Zulauf (12) Flüssigkeit aus dem oberen Schlaufenrohr (Einsteckrohr 26) mitreißt und in die Transportzone (14) fördert.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Düse (28) einen der Reaktionszone (15) gegenüber offenen Eintritt (32) aufweist, daß ein Düseneinlauf (33) Flüssigkeit aus dem Rücklauf (19) und/oder Zulauf (12) erhält, daß an den Düseneinlaß (33) ein Düsenauslaß (34) anschließt, und daß die Flüssigkeit aus dem Düseneinlaß (33) auf dem Weg zum Düsenauslaß (34) die Flüssigkeit aus dem offenen Eintritt (32) mitreißt in die Transportzone (14).

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsenauslaß (34) zwei ineinander angeordnete, konzentrische Rohre (35, 36) umfaßt, wobei ein inneres kurzes Rohr (35) als offener Eintritt (32) vorgesehen ist und ein äußeres längeres Rohr (36) mit dem inneren Rohr (35) einen inneren Ringspalt (37) bildet, aus dem die über den Düseneinlauf (33) zugeführte Flüssigkeit austritt und die Flüssigkeit aus dem inneren Rohr (35) mitreißt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß um das äußere Rohr (36) eine Hülse (38) gesetzt ist, daß äußeres Rohr (36) und Hülse (38) einen äußeren Ringspalt (39) bilden, daß der äußere Ringspalt (39) in Strömungsrichtung der Düse (28) mit einem umlaufenden Boden (40) verschlossen ist, daß der Düseneinlauf (33) nahe dem Boden (40) an den äußeren Ringspalt (39) angeschlossen ist, und daß die Hülse (38) an einem dem Boden (40) entgegengesetzten, Ende um das äußere Rohr (36) herumgeführt ist und in das innere Rohr (35) übergeht, derart, daß der äußere Ringspalt (39) in den inneren Ringspalt (37) übergeht.

10. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Düseneinlauf (33) radial oder demgegenüber abgewinkelt – bis zu einer tangentialen Position – in den äußeren Ringspalt (39) führt.

11. Vorrichtung nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktor (10) einen ersten Behälter (44) für die Transportzone (14) und einen zweiten Behälter (45) für die Reaktionszone (15) aufweist, daß ein Zulauf (12) an den ersten Behälter (44) und ein Ablauf (13) an den zweiten Behälter (45) anschließen, daß die Behälter (44, 45) über eine Leitung (Überlauf 46) miteinander verbunden sind, so daß die mit Gas angereicherte Flüssigkeit aus der Transportzone (14) in die Reaktionszone (15) strömen kann, und daß ein Rücklauf (19) vorgesehen ist, über den Flüssigkeit aus dem zweiten Behälter (45) oder aus dem Ablauf (13) zurück in den ersten Behälter (44) oder in den Zulauf (12) einströmt.

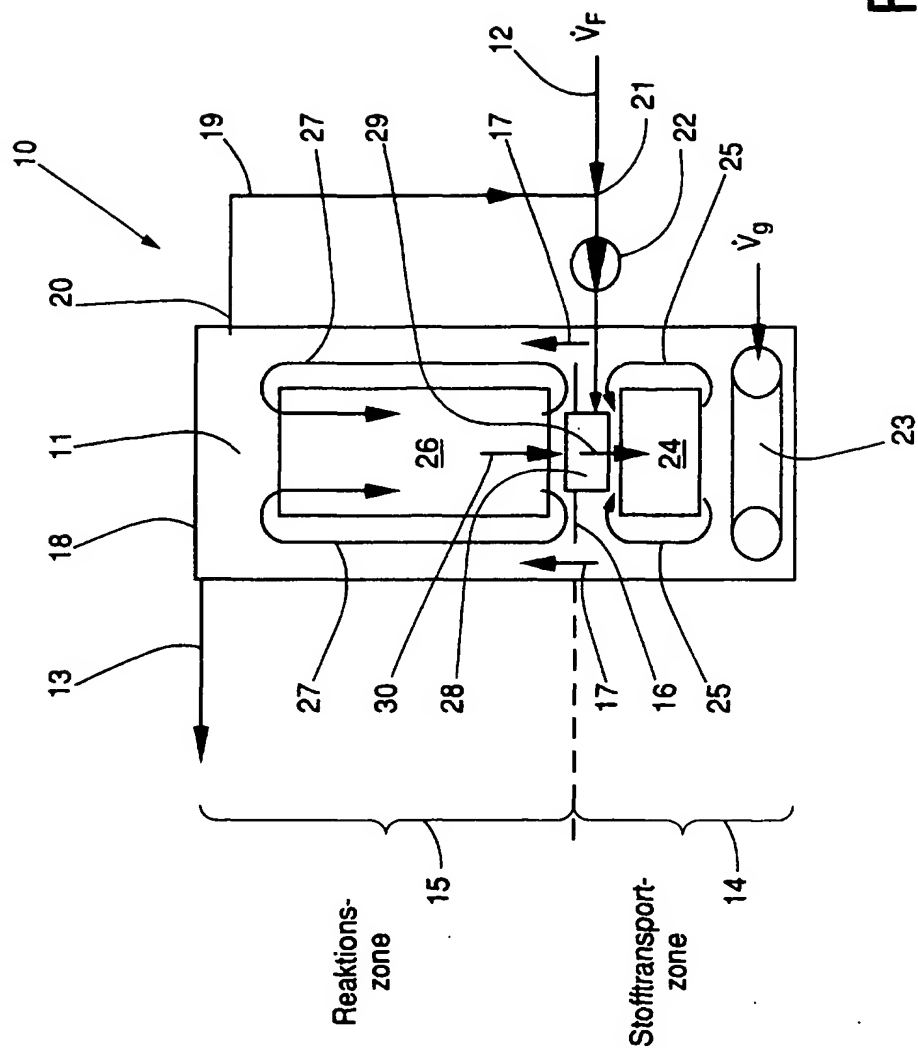


Fig. 1

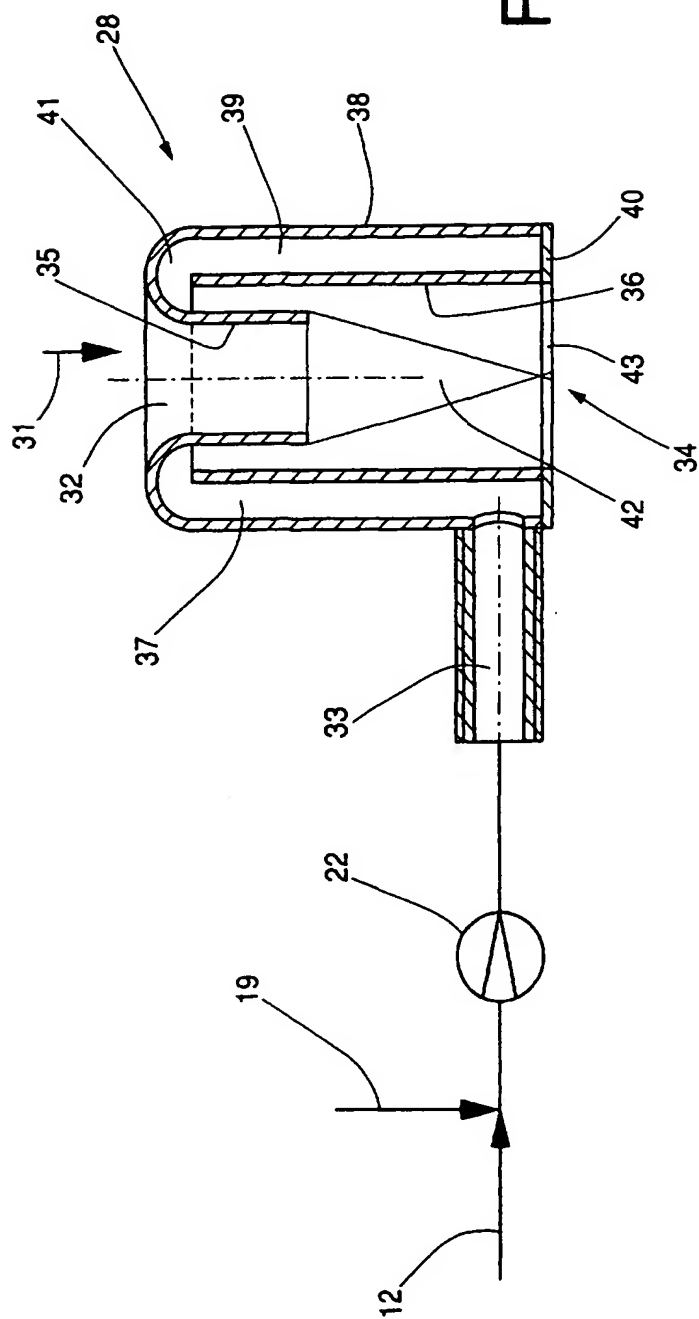


Fig. 2

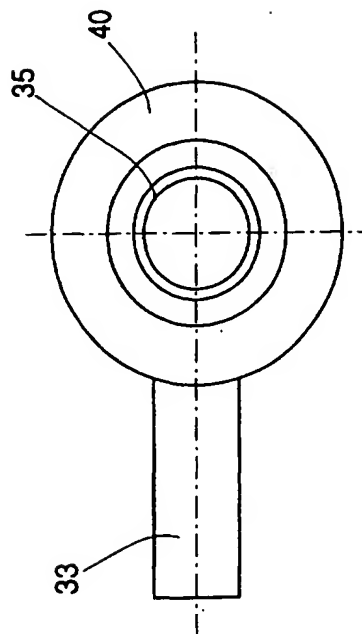


Fig. 3

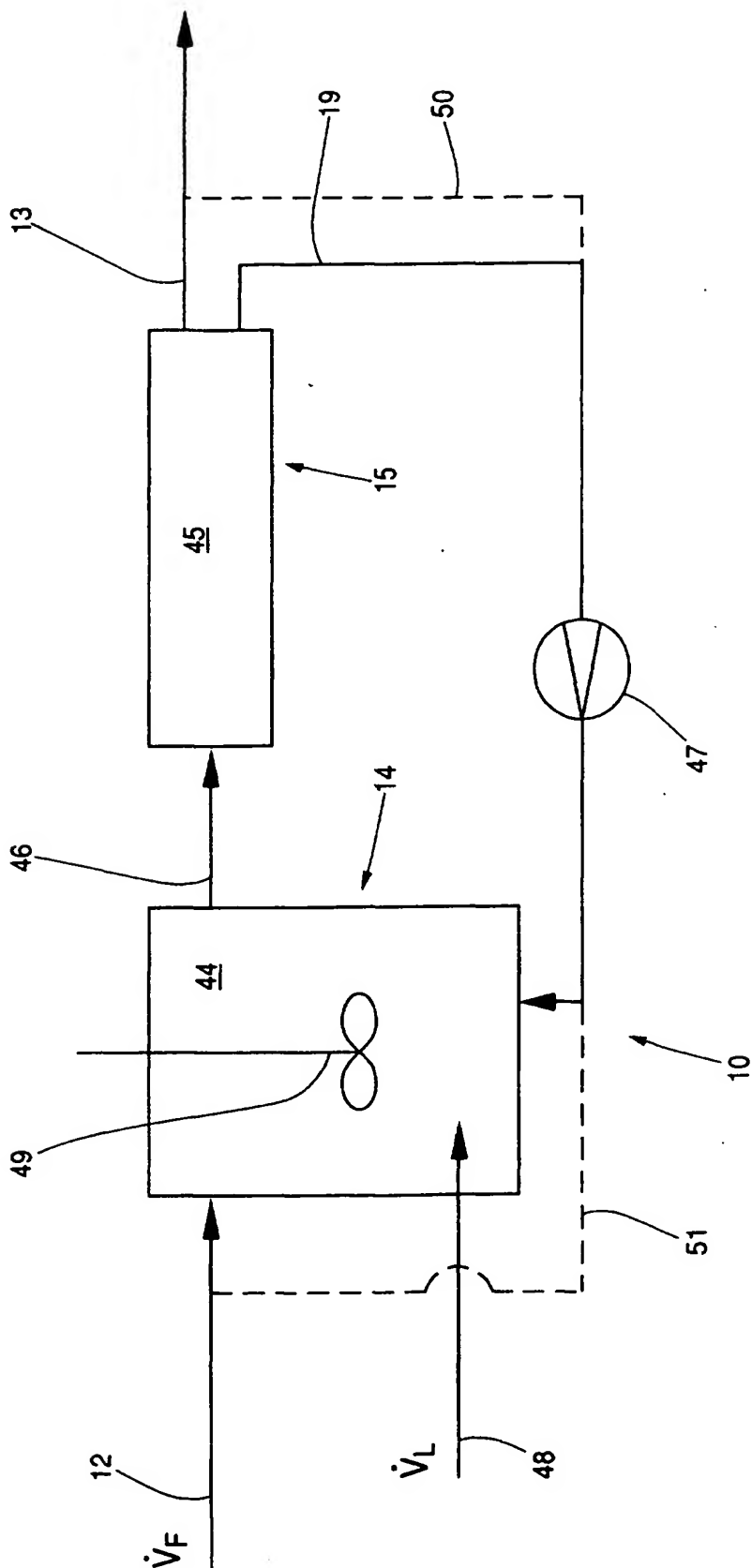


Fig. 4

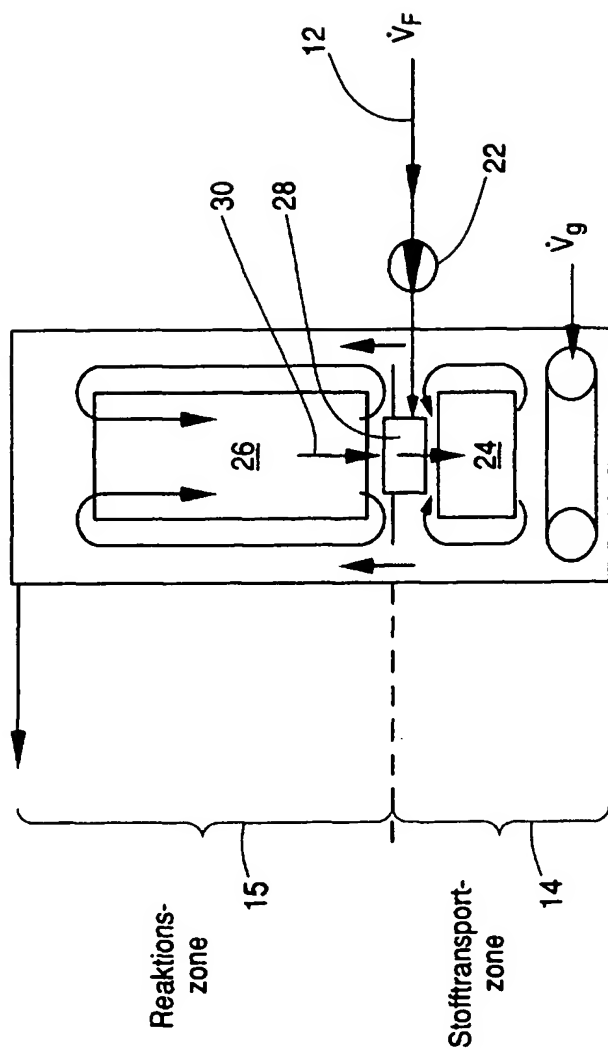


Fig. 5

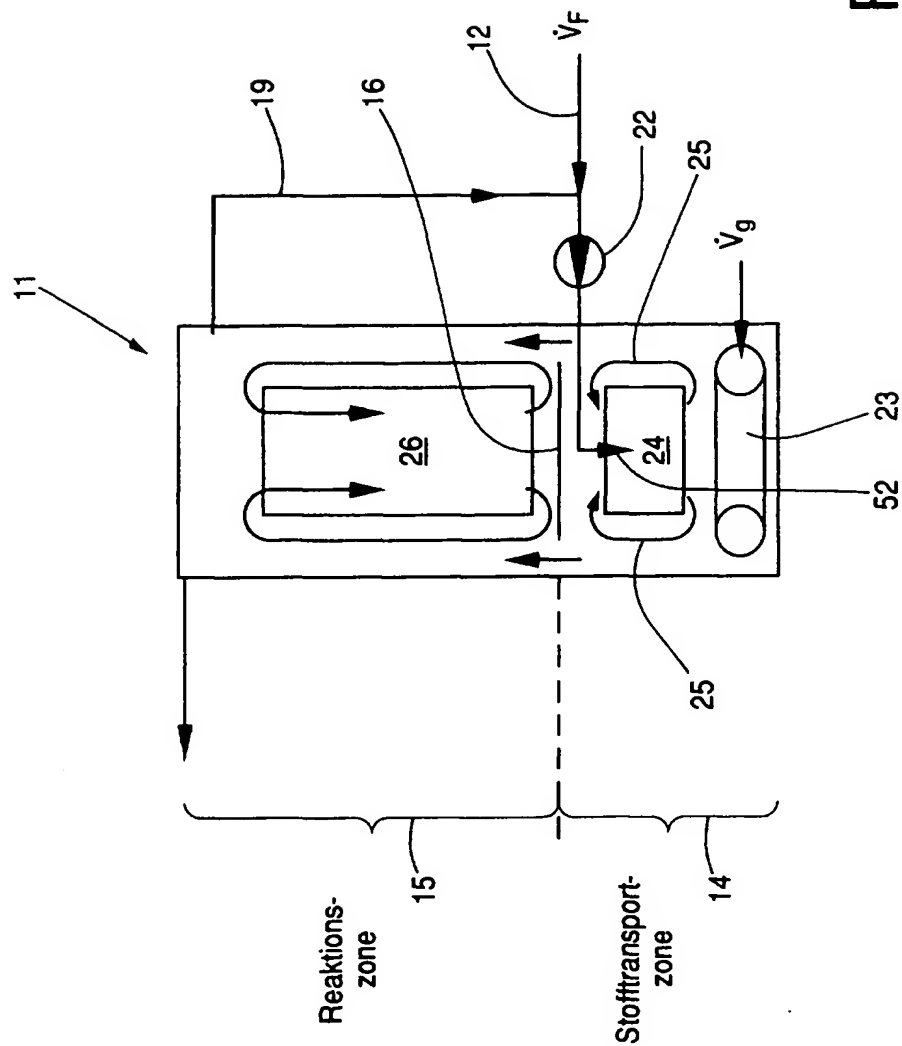


Fig. 6

Original document

Waste water treatment sub-divided into transport and reactor zones facilitating the simultaneous aerobic and anaerobic processes, accelerating biological break-down

Patent number: DE19842332

Publication date: 2000-03-23

Inventor: RAEBIGER NORBERT (DE)

Applicant: T ABWASSERSYSTEME SYSTEMTECHNO (DE)

Classification:

- international: **B01F3/04; B01F3/08; B01F5/04; B01J10/00; B01J19/24; B01J19/26; C02F3/30; B01F5/00; B01F5/10; B01F3/04; B01F3/08; B01F5/04; B01J10/00; B01J19/24; B01J19/26; C02F3/30; B01F5/00; (IPC1-7): C02F3/30**

- european:

Application number: DE19981042332 19980916

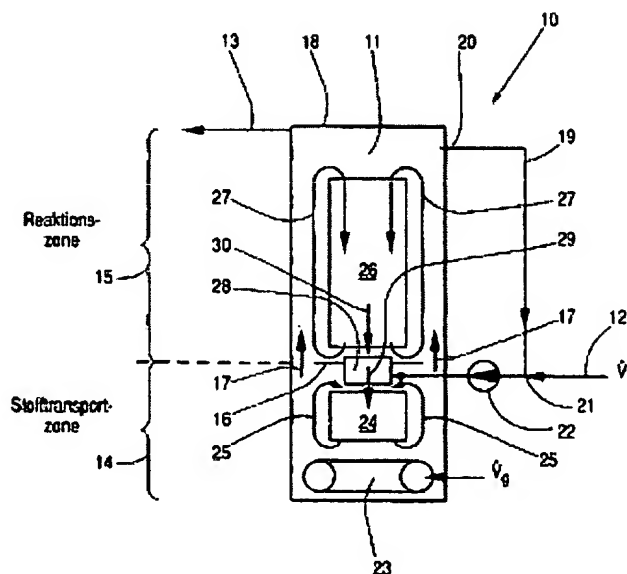
Priority number(s): DE19981042332 19980916

[View INPADOC patent family](#)

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19842332

In a biological water treatment process, the water is treated in a reactor (10) containing one or more (11, 44, 45) vessels. The mixture of effluent water and the biological load are mixed and enriched with a gas, following which biological break-down of the impurities takes place. The reactor (10) is sub-divided into two sections, the first of which is a transport zone (14) where gas is introduced into the liquid, and in which the supply of substrate to the biomass is optimized. The second subdivision is a reaction zone (15) in which the break-down of impurities is effected. Some of the liquid in the reaction zone is drawn from the reaction zone and is returned to the transport zone (14), where it is enriched with gas. Water whose treatment has been concluded is discharged from a higher level within the reaction zone, than is the water returned from the reaction zone (15) to the



transport zone (14).

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

Description of **DE19842332**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur biologischen Reinigung von Abwasser in einem Reaktor mit einem oder mehreren Behältern, wobei ein Abwassergemisch (Substrat für eine Biomasse) inklusive der Biomasse mit Gas vermischt und angereichert wird und anschliessend ein biologischer Abbau der Verunreinigungen erfolgt.

Die biologische Reinigung von Abwasser erfolgt in einem Reaktor durch Vermischen des Abwassers mit Luft oder Sauerstoff und anschliessendem Abbau der Verunreinigungen. Das Verfahren läuft kontinuierlich ab.

Von Bedeutung für den Wirkungsgrad des Verfahrens bzw. der verwendeten Anlage ist der Energieaufwand beim Einbringen der Gasphase zur Sauerstoffversorgung, die innige Vermischung der Gasphase mit der Flüssigkeit (das In-Lösung-Gehen) und Biomasse und die Abbaugeschwindigkeit.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur biologischen Reinigung von Abwasser mit verbessertem Wirkungsgrad zu schaffen.

Das erfindungsgemässe Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor unterteilt ist in eine Transportzone zum Einbringen des Gases in die Flüssigkeit bzw. optimalen Versorgung der Biomasse mit Substrat und eine Reaktionszone für den Abbau der Verunreinigungen, und dass Flüssigkeitsgemisch aus der Reaktionszone in die Transportzone zurückgeführt und dort wiederum mit Gas und Substrat angereichert wird. Es erfolgt somit eine strikte Trennung zwischen der Transportzone, in der das Gas in Flüssigkeit eingebracht und mit dieser vermischt wird, und der Reaktionszone, in der die Verunreinigungen biologisch abgebaut werden. Dabei sind Transportzone und Reaktionszone nicht nur Überführung der Flüssigkeit von der Transportzone zur Reaktionszone, sondern darüber hinaus über eine Rückkopplung miteinander verbunden. Ein Teil der Flüssigkeit kreist ständig zwischen Transportzone und Reaktionszone, während zugleich Abwasser und Biomasse zugeführt und gereinigtes Wasser über einen Ablauf abgeführt wird.

Vorteilhafterweise wird das Abwasser vor der Zufuhr (Zulauf) in den Reaktor mit der rückgeführten Flüssigkeit (Rücklauf) und Biomasse zusammengeführt. Zulauf, Rücklauf und Biomasse können sich dadurch vor Eintritt in den Reaktor vermischen.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird die gereinigte Flüssigkeit (Ablauf) dem Reaktor auf einem höheren Niveau entnommen als die rückzuführende Flüssigkeit (Rücklauf). So ist gewährleistet, dass am Ablauf Flüssigkeit mit den wenigsten Schwebstoffen oder Schadstoffen entnommen wird.

Weitere Merkmale der Erfindung sind der Beschreibung im übrigen und den Ansprüchen entnehmbar. Insbesondere betrifft dies die erfindungsgemässe Vorrichtung. Vorteilhafterweise ist ein Reaktor mit einem oberen Schlaufenrohr in einer oberen Reaktionszone und einem unteren Schlaufenrohr in einer unteren Transportzone ausgebildet, wobei zwischen den beiden Zonen eine Düse angeordnet ist, in der Flüssigkeit aus dem Rücklauf und/oder Abwasser aus dem Zulauf Flüssigkeit aus dem oberen Schlaufenrohr mitreisst und in die Transportzone fördert. Die Düse ermöglicht auf einfache Weise eine Überführung zusätzlicher

Flüssigkeit aus der Reaktionszone in die Transportzone.

Mit der Erfindung ist es erstmals möglich, diskontinuierliche, dynamische Anlaufprozesse in voneinander getrennten Zonen einzustellen. So können in einer Zone aerobe und in der anderen Zone anaerobe Prozesse ablaufen. Dies ist besonders günstig für den biologischen Abbau von stark oxydierten Substanzen im Zusammenhang mit der Abwasserreinigung.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Schaubild eines Schlaufenreaktors mit zwei Zonen,

Fig. 2 einen Querschnitt einer in dem Schlaufenreaktor verwendeten Düse,

Fig. 3 eine Unteransicht der Düse gemäss Fig. 2,

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Reaktors mit zwei getrennten Behältern,

Fig. 5 ein Schaubild einer anderen Ausführungsform eines Schlaufenreaktors,

Fig. 6 ein Schaubild einer nochmals anderen Ausführungsform eines Schlaufenreaktors.

Es wird zunächst Bezug genommen auf die Fig. 1 bis 3. Ein Reaktor 10, bestehend aus einem aufrechten zylindrischen Behälter 11 wird über einen Zulauf 12 mit Abwasser und Biomasse versorgt. Das weitgehend gereinigte Wasser tritt über einen Ablauf 13 aus dem Behälter 11 aus.

Der Reaktor 10 ist unterteilt in eine untere Transportzone 14 (kurze Verweilzeit) und eine obere Reaktionszone 15 (längere Verweilzeit). Die genannten Zonen sind getrennt durch eine Schleuse oder Querschnittsverengung, im vorliegenden Fall ein quer zur Hochlängsachse des Reaktors angeordnetes Trennblech 16. Dieses ist etwa zentral im Behälter 11 angeordnet und erstreckt sich nicht vollständig über den Querschnitt des Behälters, so dass eine Flüssigkeitsströmung von der Transportzone 14 in die Reaktionszone 15 stattfinden kann. Die Strömung ist durch die Pfeile 17 gekennzeichnet. Der Zulauf 12 an die Transportzone 14 angeschlossen, während der Ablauf 13 nahe einer Behälteroberwand 18 (auf möglichst hohem Niveau) aus dem Behälter 11 herausführt.

Reaktionszone 15 und Transportzone 14 sind weiterhin über einen Rücklauf 19 miteinander verbunden. Dieser entnimmt dem Behälter 11 teilweise gereinigtes Wasser über einen Strahlüberlauf 20 nahe der Oberwand 18 und auf einem Niveau unterhalb des Ablaufs 13. Der Rücklauf 19 wird mit dem Zulauf 12 vor Eintritt desselben in den Reaktor 10 vermischt. Der Mischpunkt ist mit der Ziffer 21 bezeichnet. Stromabwärts des Mischpunkts 21 ist eine Zulaufpumpe 22 vorgesehen.

Entsprechend der über den Zulauf 12 zugeführten Flüssigkeitsmenge tritt gereinigtes Wasser über den Ablauf 13 aus dem Reaktor 10 aus. Daneben findet eine Kreisströmung statt, nämlich über die Pumpe 22 die Transportzone 14, die Strömung 17, die Reaktionszone 15 und den Rücklauf 19.

In der Transportzone ist eine Begasungseinheit 23 angeordnet. Über diese wird Gas, etwa Luft oder Sauerstoff, in die Flüssigkeit eingebracht. Die Gaszufuhr kann über einen nicht gezeigten Düsenstrahl erfolgen.

Innerhalb der Transportzone 14 wird die Flüssigkeit in einer umlaufenden Strömung zur innigen Vermischung mit dem Gas und zum Lösen desselben bewegt. Hierzu ist im unteren Teil des Behälters 1

ein unteres Einsteckrohr 24 bzw. Schlaufenrohr vorgesehen. Die Flüssigkeit strömt im Inneren des Einsteckrohres 24 abwärts und ausserhalb desselben wieder nach oben, siehe Pfeile 25. Die Begasungseinheit 23 ist unterhalb des Einsteckrohres 24 angeordnet.

In der Reaktionszone 15 findet ebenfalls eine Kreisströmung der Flüssigkeit statt. Hierzu ist im oberen Teil des Behälters 11 ein oberes Einsteckrohr 26 bzw. Schlaufenrohr aufrecht eingesetzt. Die Flüssigkeit strömt wiederum im Einsteckrohr 26 abwärts und ausserhalb des Rohres aufwärts, siehe Pfeile 27.

Die beschriebenen Aufwärtsströmungen (Pfeile 25 und 27) werden gefördert durch die aus der Begasungseinheit 23 austretenden Gasblasen und die sich zwischen den Zonen 14, 15 einstellende Aufwärtsströmung, siehe Pfeile 17. Darüber hinaus ist im Bereich des Trennblechs 16 eine Besonderheit vorgesehen, nämlich eine Düse 28. In dieser wird die von der Pumpe 22 geförderte Flüssigkeit abwärts in das untere Einsteckrohr 24 verströmt, siehe Pfeil 29. Dabei wird Flüssigkeit aus dem oberen Einsteckrohr 26 mitgerissen, siehe Pfeil 30. Die entlang des Pfeils 30 strömende Flüssigkeit wird auch als Verbindungsstrom 31 bezeichnet.

Der genauere Aufbau der Düse 28 ist in den Fig. 2 und 3 dargestellt. Der Verbindungsstrom 31 kann über einen offenen Eintritt 32 in die Düse 28 gelangen. Zulauf 12 bzw. Rücklauf 19 sind an einen Düseneinlauf 33 angeschlossen. Ein Düsenauslass ist mit der Ziffer 34 bezeichnet. Die über den Düseneinlauf 33 eintretende Flüssigkeit gelangt über weiter unten beschriebene Mittel in Richtung auf den Düsenauslass und reisst dabei die Flüssigkeit des Verbindungsstroms 31 mit und in die Transportzone hinein.

Der Düsenauslass 34 weist zwei ineinander angeordnete, konzentrische Rohre auf, nämlich ein inneres kurzes Rohr 35 für den offenen Eintritt 32 und ein äusseres längeres Rohr 36 als Begrenzung für den Düsenauslass 34. Zwischen den beiden Rohren 35, 36 ist ein Ringspalt 37 gebildet, aus dem die über den Düseneinlauf 33 zugeführte Flüssigkeit austritt und die die Flüssigkeit aus dem inneren Rohr 35 bzw. den Verbindungsstrom 31 mitreisst.

Um das äussere Rohr 36 ist eine Hülse 38 gesetzt, die mit dem äusseren Rohr 36 einen äusseren Ringspalt 39 bildet. Dieser ist mit einem unteren umlaufenden Boden 40 verschlossen. Ausserdem ist die Hülse 38 an ihrem dem Boden 40 entgegengesetzten Ende im Bereich einer Umlenkung 41 um das äussere Rohr 36 herumgeführt und geht in das innere Rohr 35 über. Entsprechend geht der äussere Ringspalt 39 im Bereich der Umlenkung 41 in den inneren Ringspalt 37 über.

Die geometrischen Verhältnisse der Düse sind so bemessen, dass ein aus dem inneren Rohr 35 austretender Strahlkegel 42 vor Erreichen einer Düsenaustrittsebene 43 endet. Die Düse 28 ist in das Trennblech 16 integriert, derart, dass der Düseneinlauf 33 unterhalb des Trennblechs 16 und damit innerhalb der Transportzone 14 liegt. Ein den Düseneinlauf 33 bildendes Rohr ist an den äusseren Ringspalt 39 gemäß Fig. 3 in radialer Richtung angeschlossen. Möglich ist auch eine tangentielle Heranführung, um so einen Drall oder eine Rotation der Flüssigkeit innerhalb der Düse zu erreichen. Die über die Düse 28 geführte und über den Zulauf einströmenden Volumina stehen in einem Verhältnis von etwa 50/1 bis 5/1. Der Düseneinlauf 33 weist einen Durchmesser von mehr als 3 bezogen auf den vergleichbaren Durchmesser des inneren Ringspalt 37 auf.

In einer ebenfalls nicht gezeigten Ausführungsform ist der Strahlüberlauf 20 in einem unteren Bereich, innerhalb des oberen Einsteckrohres angeordnet. Gerade hier kann teilgereinigte und weitgehend nicht mehr reaktionsfähige Flüssigkeit entnommen werden.

Der Reaktor 10 enthält in der üblichen Weise Biomasse, die mit dem Abbau der Verunreinigungen wächst und in bekannter Weise nach und nach entnommen wird. Auch wird ein Teil der Biomasse über den Ablauf 13 abgeführt und in bekannter Weise z. B. über ein Absetzbecken von der Flüssigkeit getrennt.

Fig. 4 zeigt eine Variation des erfindungsgemässen Reaktors 10. Hier sind zwei Behälter vorgesehen. Die Transportzone 14 ist einem ersten Behälter 44 zugeordnet, die Reaktionszone 15 einem zweiten Behälter 45. Der Zulauf 12 ist an den Behälter 44 angeschlossen, der Ablauf 13 an den Behälter 45. Zwischen beiden Behältern 44, 45 sind ein Überlauf 46 und der Rücklauf 19 vorgesehen. Im Rücklauf 19 ist eine Pumpe 47 angeordnet.

Der Behälter 44 dient der Begasung der Flüssigkeit. Im unteren Bereich erfolgt die Gaszufuhr, Pfeil 48. Behälter 44 ist ein Rühraggregat 49 zur innigen Vermischung bzw. Lösung des Gases in der Flüssigkeit angeordnet. Die mit Gas angereicherte Flüssigkeit strömt durch den Überlauf 46 in den Behälter 45 und reagiert dort ab. Hierzu ist der Behälter 45 möglichst langgestreckt ausgebildet. Zur Entnahme des gereinigten Wassers ist der Ablauf 13 auf möglichst hohem Niveau angeordnet, während der Rücklauf 19 die zumindest teilweise nicht mehr reaktionsfähige Flüssigkeit auf niedrigem Niveau entnehmen kann. In Ergebnis erfolgt auch hier eine Rückführung der Flüssigkeit aus der Reaktionszone in die Transportzone mit nachfolgender Neuanreicherung mit Gas.

Alternative Leitungsführungen sind in Fig. 4 gestrichelt dargestellt. So kann der Rücklauf 19 auch an den Ablauf 13 anschliessen, siehe gestrichelte Leitung 50. Ausserdem kann der Rücklauf 19 vor dem Eintritt in den Behälter 44 dem Zulauf 12 zugeführt werden, siehe gestrichelte Leitung 51.

Fig. 5 zeigt eine Abwandlung des Reaktors gemäss Fig. 1. Im Unterschied zur Fig. 1 ist kein Rücklauf 19 vorgesehen. Die Rückführung der Flüssigkeit aus der Reaktionszone 15 in die Transportzone 14 erfolgt allein über die Düse 28 und den in die Düse 28 eintretenden Verbindungsstrom, siehe Pfeil 30. Es wird somit nur die in dem oberen Einsteckrohr 26 absinkende Flüssigkeit in das untere Einsteckrohr 24 bzw. die Transportzone 14 rückgeführt.

Fig. 6 zeigt eine weitere Abwandlung. Hier besteht keine rückführende Verbindung zwischen Reaktionszone 15 und Transportzone 14. Statt dessen erfolgt ein Rücktransport aus der Reaktionszone 15 ausschliesslich über den Rücklauf 19 ausserhalb des Behälters 11. Die rückgeführte Flüssigkeit wird - wie in Fig. 1 - mit der Flüssigkeit aus dem Zulauf 12 vermischt und dann wieder in den Behälter 11 eingegeben und zwar hier von oben in das untere Einsteckrohr 24. Dies kann durch eine einfache Rohröffnung erfolgen, aus der beispielsweise die Flüssigkeit nach unten in das untere Einsteckrohr 24 bzw. die Transportzone 14 eintritt (in Richtung auf die Begasungseinheit 23). In Fig. 6 ist mit dem Pfeil 52 eine derart einfache Rohröffnung angedeutet. Statt dessen kann auch eine Düse analog der Darstellung in Fig. 1 vorgesehen sein. Diese bezieht ihren "Verbindungsstrom 31" dann aus der seitlich in der Transportzone aufsteigenden Flüssigkeitsmenge (Pfeile 25). Entsprechend ist der in Fig. 6 gezeigte Ausführungsform das Trennblech 16 durchgehend gezeichnet. Bei Verwendung der Düse 28, kann diese - wie in Fig. 1 - in das Trennblech 16 eingesetzt sein.

Bezugszeichenliste

- 10 Reaktor
- 11 Behälter
- 12 Zulauf
- 13 Ablauf
- 14 Transportzone
- 15 Reaktionszone
- 16 Trennblech
- 17 Pfeil
- 18 Oberwand
- 19 Rücklauf

20 Strahlüberlauf
21 Mischpunkt
22 Zulaufpumpe
23 Begasungseinheit
24 unteres Einsteckrohr
25 Pfeil
26 oberes Einsteckrohr
27 Pfeil
28 Düse
29 Pfeil
30 Pfeil
31 Verbindungsstrom
32 offener Eintritt
33 Düseneinlauf
34 Düsenauslass
35 inneres Rohr
36 äusseres Rohr
37 innerer Ringspalt
38 Hülse
39 äusserer Ringspalt
40 Boden
41 Umlenkung
42 Strahlkegel
43 Düsenaustrittsebene
44 Behälter
45 Behälter
46 Überlauf
47 Pumpe
48 Pfeil
49 Rühraggregat
50 Leitung
51 Leitung
52 Pfeil

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

Claims of DE19842332

1. Verfahren zur biologischen Reinigung von Abwasser in einem Reaktor (10) mit einem oder mehreren Behältern (11, 44, 45), wobei ein Abwassergemisch (Substrat für eine Biomasse) inklusive der Biomasse mit Gas vermischt und angereichert wird und anschliessend ein biologischer Abbau der Verunreinigung erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor (10) unterteilt ist in eine Transportzone (14) zum Einbringen des Gases in die Flüssigkeit bzw. optimalen Substratversorgung der Biomasse und eine Reaktionszone (15) für den Abbau der Verunreinigungen, und dass Flüssigkeitsgemisch aus der Reaktionszone (15) in die Transportzone (14) zurückgeführt und dort wiederum mit Gas und Substrat angereichert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Abwasser inklusive der Biomasse vor Zufuhr (Zulauf 12) in den Reaktor (10) mit der rückgeführten Flüssigkeit (Rücklauf 19) zusammengefüllt

wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die gereinigte Flüssigkeit (Ablauf 1 dem Reaktor (10) auf einem höheren Niveau entnommen wird als die rückzuführende Flüssigkeit (Strahlüberlauf 20).
4. Verfahren nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Reaktionszone (15) und Transportzone (14) durch eine Düse (28) miteinander verbunden sind, in der zumindest Flüssigkeit aus dem Zulauf (12) in die Transportzone (14) eingebracht wird und dabei unmittelbar Flüssigkeit aus der Reaktionszone (15) mitreisst, wobei Düse und Zulauf Volumenströme insbesondere im Verhältnis von 50/1 bis 5/1 passieren lassen.
5. Vorrichtung zur biologischen Reinigung von Abwasser in einem Reaktor (10) mit einem oder mehrer Behältern (11, 44, 45) wobei ein Abwassergemisch (Substrat für eine Biomasse) mit Gas vermischt und angereichert wird und ein biologischer Abbau der Verunreinigungen erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass das Abwasser inklusive der Biomasse in einer Transportzone (14) mit Gas vermischt wird und der Abbau in einer Reaktionszone (15) erfolgt, und dass Mittel zur Rückführung von Flüssigkeit aus der Reaktionszone (15) in die Transportzone (14) vorgesehen sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor (10) mit einem oberen Schlaufenrohr (Einsteckrohr 26) in der oberen Reaktionszone (15) und einem unteren Schlaufenrohr (Einsteckrohr 24) in der unteren Transportzone (14) ausgebildet ist, und dass zwischen den beiden Zone (14, 15) eine Düse (28) angeordnet ist, in der Flüssigkeit aus dem Rücklauf (19) und/oder Abwasser aus einem Zulauf (12) Flüssigkeit aus dem oberen Schlaufenrohr (Einsteckrohr 26) mitreisst und in die Transportzone (14) fördert.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse (28) einen der Reaktionszone (15) gegenüber offenen Eintritt (32) aufweist, dass ein Düseneinlass (33) Flüssigkeit aus dem Rücklauf (19) und/oder Zulauf (12) erhält, dass an den Düseneinlass (33) ein Düsenauslass (34) anschliesst, und dass die Flüssigkeit aus dem Düseneinlass (33) auf dem Weg zum Düsenauslass (34) die Flüssigkeit aus dem offenen Eintritt (32) mitreisst in die Transportzone (14).
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Düsenauslass (34) zwei ineinander angeordnete, konzentrische Rohre (35, 36) umfasst, wobei ein inneres kurzes Rohr (35) als offener Eintritt (32) vorgesehen ist und ein äusseres längeres Rohr (36) mit dem inneren Rohr (35) einen inneren Ringspalt (37) bildet, aus dem die über den Düseneinlass (33) zugeführte Flüssigkeit austritt und die Flüssigkeit an dem inneren Rohr (35) mitreisst.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass um das äussere Rohr (36) eine Hülse (38) gesetzt ist, dass äusseres Rohr (36) und Hülse (38) einen äusseren Ringspalt (39) bilden, dass der äusserer Ringspalt (39) in Strömungsrichtung der Düse (28) mit einem umlaufenden Boden (40) verschlossen ist, dass der Düseneinlass (33) nahe dem Boden (40) an den äusseren Ringspalt (39) angeschlossen ist, und dass die Hülse (38) an einem dem Boden (40) entgegengesetzten Ende um das äussere Rohr (36) herumgeführt ist und in das innere Rohr (35) übergeht, derart, dass der äussere Ringspalt (39) in den inneren Ringspalt (37) übergeht.
10. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Düseneinlass (33) radial oder demgegenüber abgewinkelt - bis zu einer tangentialen Position - in den äusseren Ringspalt (39) führt.
11. Vorrichtung nach mindestens einem der voransprechenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

der Reaktor (10) einen ersten Behälter (44) für die Transportzone (14) und einen zweiten Behälter (45) in die Reaktionszone (15) aufweist, dass ein Zulauf (12) an den ersten Behälter (44) und ein Ablauf (13) an den zweiten Behälter (45) anschliessen, dass die Behälter (44, 45) über eine Leitung (Überlauf 46) miteinander verbunden sind, so dass die mit Gas angereicherte Flüssigkeit aus der Transportzone (14) in die Reaktionszone (15) strömen kann, und dass ein Rücklauf (19) vorgesehen ist, über den Flüssigkeit aus dem zweiten Behälter (45) oder aus dem Ablauf (13) zurück in den ersten Behälter (44) oder in den Zulauf (12) einströmt.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide